

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 54-032985

(43)Date of publication of application : 10.03.1979

(51)Int.Cl.

H01L 21/76
H01L 21/302

(21)Application number : 52-099761

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.08.1977

(72)Inventor : KINOSHITA SHIGEJI
NAGATA KAZUSHI
YASUOKA MASAHIKO

(54) FLATTENING METHOD FOR SUBSTRATE SURFACE WITH PROTRUSION

(57)Abstract:

PURPOSE: To flatten a pellet surface by utilizing that an etching speed at the time of ion etching depends upon an ion-beam incident angle.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's
decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨日本国特許庁
公開特許公報

⑩特許出願公開
昭54—32985

⑪Int. Cl.²
H 01 L 21/76
H 01 L 21/302

識別記号

⑫日本分類
99(5) H 0
99(5) C 3

庁内整理番号
6513—5F
7113—5F

⑬公開 昭和54年(1979)3月10日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭隆起部を有する基板表面を平坦化する方法

⑮発明者 安岡晶彦

⑯特 願 昭52—99761

⑰出 願 昭52(1977)8月19日

⑱発明者 木下繁治

伊丹市鈴原町4—35 洗心寮

同 永田一志

大阪市東成区大今里南4—14—
18

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱
電機株式会社LSI開発センタ
内

⑲出 願 人 三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2
番3号

⑳代理人 弁理士 葛野信一

明 細 書

1. 発明の名称

隆起部を有する基板表面を平坦化する方法

2. 特許請求の範囲

(1) 平坦部とそれに対し隆起する隆起部を有する基板表面を平坦化する方法において、平坦部におけるエッチング速度より隆起部におけるエッチング速度が大きくなる方向からイオンを照射することにより、上記基板表面を平坦化することを特徴とする隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(2) イオンの基板の法線に対する入射角を(θ)とするととき $80^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(3) イオンの基板の法線に対する入射角が 0° のときのエッチング速度と等しいエッチング速度となるときのイオンの入射角を B ($\neq 0^\circ$) とするとき、イオンの入射角 θ を $B \leq \theta \leq 90^\circ$ とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(4) 基板を回転させながらイオンを照射することとを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(5) イオンの照射方向に対し複数の隆起部を有する場合において、 $B \leq \theta < 90^\circ$ とすることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(6) イオンの入射角をエッチングの進行とともに変化させることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(7) 半導体基板に詰め込まれた複数の回路素子を絶縁層分離する方法において上記半導体ペレットを構成するシリコン基板にシリコン窒化膜からなる分離マスクを形成し、それをマスクとしてシリコン基板を所定深さエッチングし、このエッチングによつて形成された凹部に酸化膜を形成し、上記酸化膜を形成する際生ずる半導体基板表面の隆起部をイオンエッチングにより平坦化することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の隆起部を

有する基板表面を平坦化する方法。

(8) シリコン酸化膜をのこした状態でイオンエッチングを行なうことを特徴とする特許請求の範囲第7項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

(9) シリコン酸化膜をのこした状態でイオンエッチングを行ない、表面平坦化とともに上記酸化膜を除去することを特徴とする特許請求の範囲第7項記載の隆起部を有する基板表面を平坦化する方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体装置、特に半導体集積回路(IC)の絶縁分離(Isolation)方法に関するものである。

一般にこの種の半導体集積回路は、一片の半導体ペレットの中に、トランジスタ、ダイオード、抵抗などの多数の回路素子を形成するものであるが、各回路素子間の回路接続の自由度を大きくするため、多くの場合1ないし複数の素子と1ないし複数の素子との間を互いに電気的に分離して互

していることに起因している。すなわち、分離のための酸化(分離酸化)を行なったあとのシリコン基板(1)の表面と、酸化膜(3)の表面とが平滑面となるようにするためである。たとえば、厚さ2 μ mの分離酸化膜を形成するためには、酸化に先立ち深さ1.2 μ m〔第1図(4)における(d)〕までシリコン基板(1)をエッチングして凹部(A)を形成しておく必要がある。このエッチングは、上記シリコン酸化膜(2)をマスクとして選択的エッチング法により行なわれるわけであるが、このエッチングは第1図(4)に示すように、深さ方向だけでなく、横方向にも同程度のエッチング(アンダ・カット・エッチング)が行なわれる。

第1図(4)は上記エッチングによつて形成された凹部をシリコン酸化膜をマスクとして選択的に酸化して、分離酸化膜(3)を形成した状態を示すものである。このような従来の方法により分離酸化膜(3)を形成したときの問題は、シリコン基板(1)に凹部(A)を形成しても、同図中(3a)で示すようにシリコン基板の表面は平坦にならず、

いに孤立させた状態にしておく必要がある。

かかる絶縁分離方法としては多くの技術が知られているが、そのうち有効な技術として、シリコン酸化膜または酸化窒化膜を用いた絶縁層分離法に属するものが知られている。

第1図(4)~(4)は従来のこの種の絶縁層分離法の各製造工程における半導体の縦断面を示すもので、第1図(4)は半導体ペレット、すなわち、シリコン基板(1)上にシリコンと比較して酸化速度の違いシリコン酸化膜マスク(2)を形成した状態を示している。シリコン酸化膜マスク(2)はシリコン基板(1)上全面に直接または薄いシリコン酸化膜(図示せず)を介して形成されたシリコン酸化膜の所定位置を従来の周知の写真製版技術によつて選択的に除去することにより形成される。

第1図(4)は上記シリコン基板(1)の表面をエッチングして凹部(A)を形成した状態を示している。このシリコンエッチングは、凹部(A)のシリコン基板表面を酸化させる場合、シリコン酸化膜がシリコンの比体積の約2.5倍の比体積を有

高さ(h)なるいわゆる「鳥の頭」といわれる鳥の頭状の隆起部が発生する。この「鳥の頭」の発生原因は、分離酸化膜(3)の形成時に、上記凹部(A)の側壁部(B)において横方向酸化が行なわれるためである。

第2図(4)~(4)は、従来のこの種の絶縁層分離法の他の一例を示すもので、シリコン基板(1)の異方性エッチングにより、逆三角形テーパ状の凹部(A)を形成したあと、この凹部に分離酸化膜(3)を形成するようにしたもので、このような場合においても上述した第1図の場合と全く同様の理由から鳥の頭状の隆起部が発生する。

このような従来の製造方法によつて発生するシリコン基板表面の隆起部、いわゆる「鳥の頭」は、たとえばIC等の半導体装置の製造時における内部配線、すなわち上記シリコン酸化膜上に形成されるアルミニウム、シリコン等の薄膜配線に悪影響を及ぼし、半導体装置の性能低下、とくに内部配線の断線等の原因になり易いという欠点がある。

本発明は、上述したような従来の絶縁層分離法

における問題点を解決するためになされたもので、その要旨はイオンエッチングにおけるエッチング速度のイオンビーム入射角依存性を利用して、上述した従来法で形成されるような半導体ベレット表面の凹凸を平坦化しようとするものである。

すなわち、シリコンおよびシリコン酸化膜のイオンエッチによるエッチング速度は、第3図に示すように通常大差がなく、かつイオンビーム入射角に対して変化し、通常のイオンエッチング条件では入射角が 0° ～約 50° の範囲では単調に増加し、約 50° ～ 60° の範囲で最大となり、約 60° ～ 90° の範囲では単調に減少し、 90° （水平ビーム）では理想的に0となる。

本発明は上述のようなシリコンおよびシリコン酸化膜のイオンエッチングの特性を利用するもので、その平坦化機構を第4図を用いて説明する。まず第4図(1)は第1図(1)に示された半導体ベレットの隆起部を拡大して示したもので、この隆起部に斜めからイオンビームを照射すると、隆起部表面の各部（たとえば(P1)、(P2)、(P3)、(P4)）

におけるイオンビーム入射角度が異なるため、それら各部のエッチング速度が異なる。ここで、イオンビームの入射角を第3図中の $\theta \sim 90^{\circ}$ の範囲に設定すると、(P1)での入射角(θ_1)は $\theta \sim 90^{\circ}$ の範囲にあるのでここにおけるエッチング速度はわずかであり、(P2)、(P3)、(P4)での入射角(θ_2)、(θ_3)、(θ_4)は $0^{\circ} \sim \theta$ の範囲にあり、これらの部分でのエッチング速度は(P1)におけるエッチング速度より大である。したがって、エッチングの進行によつて、第4図(4)中の隆起部(3a)は次第に(3b)、(3c)、(3d)で示すように小さくなり、ついには第4図(4)に示すように隆起部はほとんど消滅してしまい平坦化される。

ここで角度(θ)はイオン入射角度(θ)が 0° のときのエッチング速度と同じ速度となる点の角度で、その値はイオン種（上記例ではアルゴン）イオンビーム加速電圧、ガス圧などのエッチング条件および被エッチング材料の材質（シリコンの場合を(1)として、シリコン酸化膜の場合を(2)として示した）によつて異なるが、一般に

は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲にある。したがって、イオンの入射角度を $\theta \sim 90^{\circ}$ の間に設定しておけば、基板の平坦部表面(P1)のエッチング速度は隆起部のいかなる点のエッチング速度より常に速くなり、常に平坦化が進行し、ついにはほぼ平坦な表面が得られるのである。

以下本発明の一実施例を第5図について説明する。まず第5図(1)～(4)に示す半導体基板の縦断面形状は、第1図について説明した従来の方法によつて得られたものと同一であり、よつてその説明は省略する。

第5図(1)は周知の方法、たとえば熱りん酸によるエッチング方法により、シリコン酸化膜(2)を除去した状態を示すものである。ついで、この凹凸を有するシリコン基板を、イオンビーム入射角度が調整できるイオンエッチング装置によつてエッチングする。この時の条件としては、先にも述べたようにイオンビームの入射角度(θ)が第3図に示したように $\theta \sim 90^{\circ}$ の間となるようにして行なう必要がある。またこの時、シリコン

基板を回転させ、シリコンウエハの隆起部表面に対し、あらゆる方向からイオンビームが照射されるようにするとよい。このようにすることによつて隆起部(3a)は取りのぞかれ第3図(4)に示すようにほぼ平坦な表面を有する半導体ウエハを得ることができる。なお上記実施例では分離酸化膜形成後、シリコン酸化膜を除去し、そののちイオンエッチングを行なう方法を示したが、シリコン酸化膜のイオンエッチング特性もシリコンとほぼ同一であり、シリコン酸化膜の除去を行わずイオンエッチングを行つても同様の効果を奏する。またこの時、入射角度を若干小さくして、平坦化と同時にシリコン酸化膜を除去してもよい。

また上記実施例では、分離用酸化膜形成後、たゞちに本発明のイオンエッチングを行なつたが、その後の工程のあらゆる段階において上述のイオンエッチングを行なつても、同様の効果を奏する。

さらにまた、上記実施例においては、1つの隆起部について説明したが、イオンビームの照射方向に対し、複数の隆起部が存在する場合には、入

射角度(θ)を 90° とすれば1つの隆起部によつて他の隆起部が影となり、トータルとしての処理時間が増大する。このようなときには入射角度(θ)を $80^\circ \leq \theta < 90^\circ$ とし、上記1つの隆起部によつて他の隆起部が影とならないようにすることが望ましい。さらにまた、この場合、エッチングの進行に伴つて、隆起部の高さ(h)が小さくなつていけば、影が出来にくくなるから、それに合わせて入射角度(θ)を大きくして行き、平坦面〔第4図(1)中(P1)点〕のエッチング速度を小さくして行くようにすればよい。

以上のように、本発明は、イオンエッチングにおけるイオンビーム入射角度特性を用いて部分的にエッチングするものであるため、特にレジストマスクなどを用いることなく、従来のこの種の絶縁分離酸化膜の形成によつて生ずるような隆起部を容易に平坦化できるから半導体装置の高性能化、高信頼化を達成することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は従来の半導体装置の製造

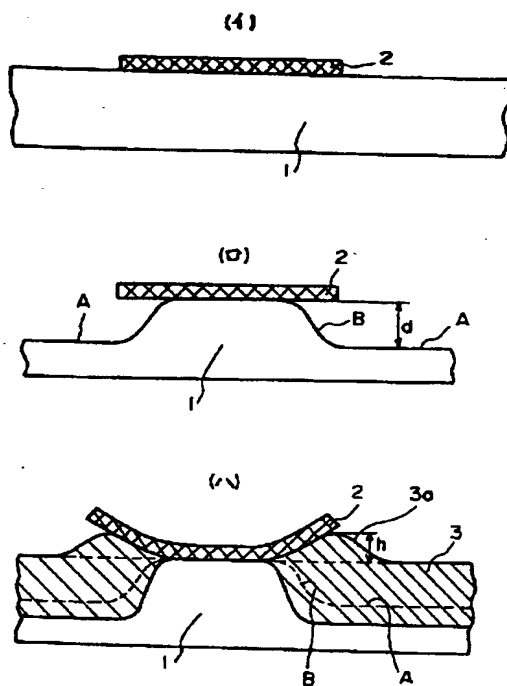
方法における各工程の半導体を示す縦断面図、第3図は本発明の一実施例における半導体ペレットを構成するシリコンおよびシリコン酸化膜のイオンエッチング速度のイオンビーム入射角依存性を示すエッチング特性図、第4図は本発明における平坦化機構を示す説明図、第5図は本発明の製造方法の一実施例における各工程の半導体を示す縦断面図である。

(1)・・・シリコン基板、(2)・・・分離用マスク、(3)・・・分離酸化膜。

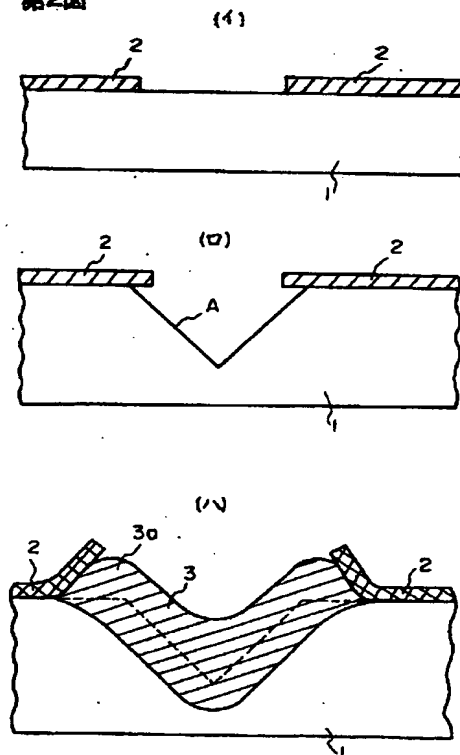
なお、図中、同一符号は同一あるいは相当部分を示す。

代理人 嘉野 信一 (外1名)

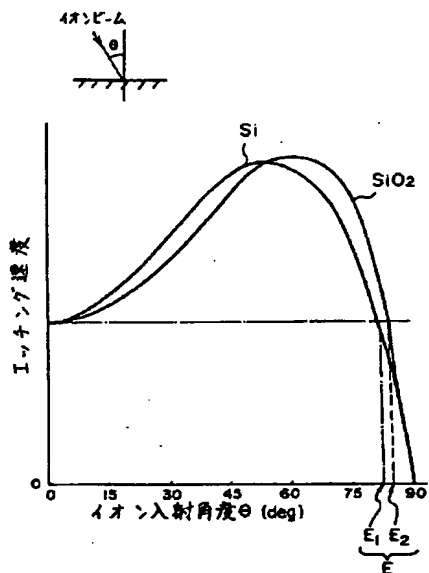
第1図



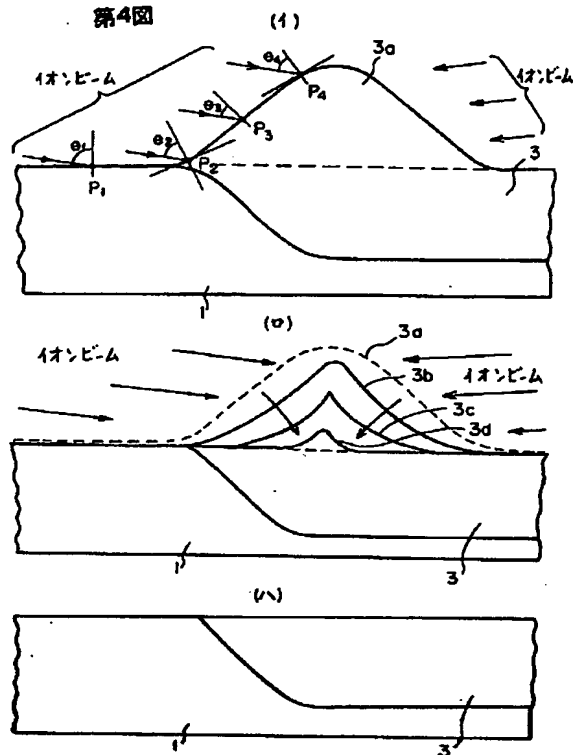
第2図



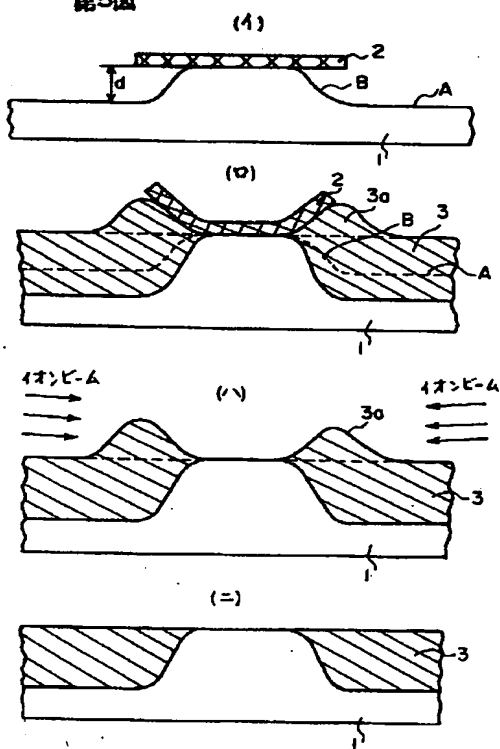
第3図



第4図



第5図



手 続 補 正 書 (自発)

昭和 52 年 11 月 8 日

特 許 庁 長 官 殿

1. 事件の表示 特願昭 52-99761号

2. 発明の名称

隆起部を有する基板表面を平坦化する方法

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住 所
名 称 (601)

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社
代表者 進 藤 貞 和

4. 代 理 人

住 所
氏 名 (6699)

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
弁理士 葛 野 信 一

5. 補正の対象

- (1) 明細書の発明の詳細な説明の欄
- (2) 明細書の図面の簡単な説明の欄

6. 補正の内容

- (1) 明細書第5頁第9行の「上記シリコン窒化膜(2)」を「上記シリコン窒化膜マスク(2)」と補正する。
- (2) 同書第8頁第16行の「イオン源」を「イオン」と補正する。
- (3) 同書同頁第16行の「(上記例ではアルゴン)」を「(上記例ではアルゴンイオン)」と補正する。
- (4) 同書第9頁第13行の「シリコン窒化膜(2)」を「シリコン窒化膜マスク(2)」と補正する。
- (5) 同書第12頁第10行の「分離用マスク」を「シリコン窒化膜マスク」と補正する。

以 上